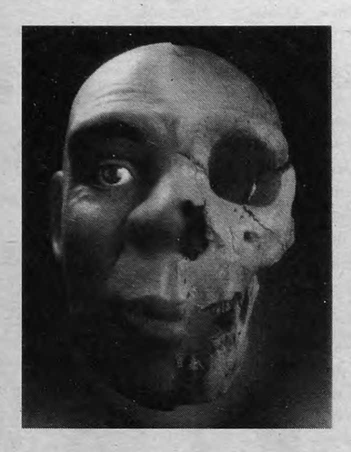
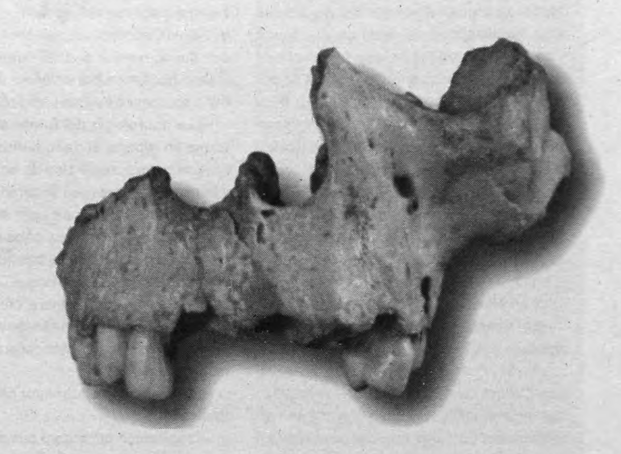
Paleoantropología

Los fósiles de Atapuerca









Cada vez que se encuentra un nuevo fósil humano los antropólogos se ven inmersos en la descomunal tarea de reordenar el árbol genealógico de la especie. Y uno de los lugares que contiene más cantidad de restos humanos conservados es una sierra de mil metros, la Sierra de Atapuerca, cerca de Burgos, en España, declarada Patrimonio de la Humanidad por la Unesco. Hecha de sales de calcio y formada hace decenas de millones de años, Atapuerca parece haberse transformado en el paraíso de la paleoantropología. Allí, desde 1991, un grupo intenta develar cómo vivían y cómo murieron nuestros antepasados de hace más de 500.000 años.

ENTREVISTA AL NEUROBIOLOGO ARGENTINO FERNANDO NOTTEBOHM

"No sabemos por qué el cerebro reemplaza neuronas"

POR XABIER PUJOL GEBELLI
El País

Las neuronas, las células especializadas que forman el sistema nervioso, se renuevan de forma constante en el cerebro adulto de mamíferos y otras especies animales, incluido el ser humano. Este hecho biológico, constatado de forma fehaciente en los últimos años, ha significado la caída de uno de los grandes dogmas de la biología según el cual las células nerviosas eran las mismas de por vida. Fernando Nottebohm, nacido en Buenos Aires en 1940, es director del laboratorio de conducta animal de la Universidad Rockefeller de Nueva York, y contribuyó decisivamente a la caída del dogma al demostrar que en el cerebro adulto de canarios se produce un constante reemplazo neuronal coincidiendo con el aprendizaje de nuevos cantos. Fue la primera demostración de reemplazo neuronal en adultos.

–Entonces, la regeneración neuronal existe.

–Así es. Pero permítame que le aclare algunos términos. No es lo mismo reemplazo que regeneración. Hay neuronas que son reemplazadas por otras nuevas, pero si a una neurona se le corta el axón, trata de regenerarlo.

Es decir, la célula está tratando de regenerar parte de lo que era, pero se pensaba hasta hace poco que las neuronas nacían sólo durante el período embrionario y tal vez durante los dos primeros años de vida de un ser humano, a partir de ese momento, si uno las perdía, mala suerte.

–Y se está viendo que ese proceso continúa.

–Así es. De hecho, las primeras observaciones son de Joseph Altman, en los años sesenta. Pero nadie se lo tomó muy en serio, quizás por las técnicas que usaba. Luego aparecí yo con mis pajaritos. Había observado cambios estacionales muy agudos en mis canarios que sugerían que podía ocurrir algo en sus cerebros. Gracias a un marcador radiactivo del ADN celular, vimos que había muchas neuronas que nacían en un período no mucho más largo que una semana, y que ocurría en la edad adulta del animal. Las nuevas células eran plenamente funcionales. Además de tener la forma propia de una neurona, vimos que respondían a estímulos convencionales. Por tanto, que formaban parte de circuitos funcionales a pesar de haber nacido hacía tan sólo 20 días. La demostración ha roto muchos moldes, pero hay que ser muy cautos. Estamos tan sólo al comienzo de algo y no sabemos hasta dónde vamos a llegar ni cuándo.

–¿A qué se refiere?

–No se pueden dar falsas esperanzas a la gente. Se ha pasado casi de repente de un concepto históricamente imposible a otro en el que se sugiere que se va a poder curar todo. Pero por el momento no hay cura para nada. Esto es ciencia básica. Probablemente el día de mañana surjan tratamientos para enfermedades que implican muerte neuronal como Alzheimer o Parkinson.

–Más allá de las aplicaciones hay también nuevos paradigmas. ¿Está de acuerdo?

–Desde el punto de vista conceptual es un cambio de marea. De repente, es posible pensar que el cerebro como órgano no es tan diferente de la piel, del hígado o del intestino, donde hay células que están siendo renovadas continuamente. Incluso desde el punto de vista filosófico, puesto que esa entidad que es el cerebro está pasando por cambios constantes, dinámicos y muy agudos. Ahora puede empezar a pensarse en curar enfermedades o incluso en rejuvenecer el cerebro. No va a ser factible mañana mismo, pero empiezan a abrirse posibilidades.

–¿Tanto van a cambiar las cosas?

–Sin duda. La neurología actual puede hacer muy poco: un diagnóstico, alguna droga que ayuda un poco, pero prácticamente nada que pueda reparar el daño cerebral. Con el tiempo podremos prever cómo minimizar el daño neuronal e incluso cómo repararlo.

–¿La neurología del futuro deberá centrarse en reparar el daño neuronal?

–Entre otras cosas. Uno de los temas más interesantes es por qué el cerebro reemplaza sus células. Eso lo he visto en mis canarios, incluso en ratones; y otros colegas, en monos. Lo que he visto es que las células reemplazadas no están enfermas. Son células sanas que por algún motivo al cerebro le conviene su reemplazo. Mi hipótesis es que el cerebro persigue darnos más capacidad de memoria.

–¿Qué significaría "mayor capacidad de memoria"?

–Imaginemos el cerebro como una biblioteca. Los libros que uno va a meter están limitados por los estantes y, al final, por el tamaño de la biblioteca. Llega un momento en que está toda ocupada, por lo que empiezan a ponerse libros por el pasillo, en el suelo, sobre la mesa. El resultado es que, al final, se vuelve muy difícil encontrar lo que uno ha puesto. En el cerebro pasa lo mismo, hay un problema constante de dónde poner los datos y cómo encontrarlos, recuperarlos y usarlos. A medida que uno va viviendo, acumula más datos y va quedando cada vez menos espacio. Cuando se llena en exceso, quizás sea una buena estrategia eliminar células viejas y meter otras nuevas de manera que se pueda renovar la memoria. Es una hipótesis muy arriesgada; todavía no hay evidencias, pero en mis canarios he visto un reemplazo neuronal de forma estacional o en situaciones de mucha carga de trabajo.

–¿Se podría explicar con ello el porqué de la pérdida de memoria?

–Se sabe todavía muy poco de eso. Se sabe que, a medida que uno se hace mayor, es más difícil aprender cosas nuevas y que de chico se aprende más fácil. En los pájaros hemos visto que el reemplazo neuronal empieza a decaer con la edad. Tal vez los cerebros serían viejos mucho antes si no fuera por este reemplazo, y pienso que en humanos pasa lo mismo.

–¿Se observa lo mismo en enfermedades neurodegenerativas?

–En Parkinson la muerte está ocurriendo en una parte del cerebro, en la sustancia negra. En ningún animal hemos visto reemplazo en esa zona. Sólo lo hemos visto en el telencéfalo; en concreto, en las paredes de los ventrículos. Podría imaginarse que en el futuro podría ser posible inducir al cerebro a generar neuronas nuevas en todas partes, incluso en aquellas donde normalmente no ocurre. Habrá dos maneras de hacerlo. Una es con las técnicas de biología molecular, encontrando alguna fórmula para activar los genes necesarios que lleven a la producción de nuevas neuronas, que éstas se distribuyan adecuadamente y formen nuevas conexiones. Otra es trasplantando células como las fetales o de cuerpo carotídeo.

–Queda mucho por hacer...

–Prácticamente todo.

Los fósiles de Atapuerca

POR RAÚL A. ALZOGARAY

Recientemente declarada Patrimonio de la Humanidad por la Unesco, la Sierra de Atapuerca (España) ha preservado en sus entrañas la historia evolutiva de la humanidad a lo largo del último millón de años. Al cumplirse 25 años de los primeros descubrimientos, los yacimientos de Atapuerca están definitivamente establecidos como la mayor y mejor conservada colección de fósiles humanos encontrada hasta la fecha.

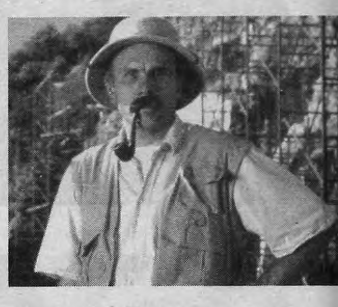
Desde 1991, un grupo multidisciplinario de científicos españoles analiza los fósiles milímetro a milímetro, intentando averiguar cómo eran aquellos humanos, su aspecto físico, qué y cómo comían, cuáles eran sus enfermedades y sus costumbres. Los resultados sugieren que eran bastante diferentes del concepto tradicional de "hombre primitivo".

Los fósiles de Atapuerca han demostrado que los humanos arribaron a Europa, provenientes de Africa, mucho antes de lo que se pensaba, y que esos antiguos europeos pertenecían al mismo grupo del cual descendieron los neandertales y la humanidad actual.



ARRIBA: PRIMER FOSIL HUMANO IDENTIFICADO EN LA SIMA DE LOS HUESOS.
DERECHA: EL CRANEO MAS COMPLETO Y MEJOR CONSERVADO DEL REGISTRO FOSIL MUNDIAL.
ABAJO: EL ARQUEOLOGO ESPAÑOL EDUDALD CARBONELL.

EN TAPA: UN GRUPO DE ARQUEOLOGOS TRABAJANDO EN LA SIERRA DE ATAPUERCA; UN MAXILAR HUMANO; RECONSTRUCCION DEL ROSTRO DE UN SER HUMANO DE MAS DE 300.000 AÑOS Y UNA SERIE DE DIENTES HUMANOS.



SEGÚN PASAN LOS AÑOS

Atapuerca es una sierra ubicada 15 kilómetros al este de la ciudad de Burgos, en la provincia española del mismo nombre. Tiene una altura de 1000 metros y está hecha de sales de calcio que, hace decenas de millones de años, se depositaron en el fondo de un mar hoy inexistente.

Después que el mar se retiró, las mismas fuerzas geológicas que levantaron los Pirineos plegaron la roca sedimentaria hasta formar la sierra. Más tarde, un río disolvió parte de la roca, esculpiendo cuevas en las laderas. Un millón de años atrás, distintos animales merodeaban las cuevas y murieron en ellas o dejaron allí los restos de sus comidas carnívoras.

El barro arcilloso arrastrado por las aguas cubrió una y otra vez todos esos restos, facilitando el proceso de fosilización que los preservó hasta nuestros días. Tanto barro se metió en las cuevas, que las rellenó por completo.

HUESOS EN LA ARCILLA

Pinturas rupestres, monumentos de piedra y restos de santuarios dan cuenta de la presencia humana en Atapuerca a lo largo de la prehistoria. En la Edad Media, medio millón de peregrinos transitaba cada año las cercanías de la sierra. Se dirigían a Compostela, a rendir tributo a las exequias del Apóstol Santiago. Un día, la tranquilidad del lugar se hizo añicos cuando los ejércitos de Navarra y Castilla batallaron en el lugar.

A fines del siglo XIX, la zona fue objeto de estudio de los ingenieros ferroviarios que la empresa inglesa *The Sierra Company Limited* contrató para construir un ferrocarril minero.

Al poco tiempo, los obreros del ferrocarril descubrieron arcilla roja en medio de la roca de la sierra. Eran los sedimentos que cientos de miles de años antes habían rellenado las cuevas. En 1976, se descubrieron los primeros huesos humanos de Atapuerca. Desde entonces, los científicos han extraído de la sierra la que hasta la fecha es la mayor colección de fósiles humanos del Pleistoceno Medio (época geológica que abarca los años 780.000 a 127.000 antes de ahora).

Desde 1991, los trabajos de Atapuerca han sido codirigidos por Juan Arsuaga (Universidad Complutense de Madrid), José Bermúdez de Castro (Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid) y Eduald Carbonell (Universitat Rovira i Virgili de Tarragona).

ANTES DE ATAPUERCA

Hasta hace poco, los más antiguos restos humanos encontrados en Europa tenían una edad de 500.000 años. De aquel entonces eran una mandíbula, un cráneo y una tibia encontrados en Alemania, Francia e Inglaterra, respectivamente. Esos restos pertenecían al *Homo heidelbergensis*, considerado el primer grupo humano llegado a Europa y el ancestro común de los neandertales y los humanos modernos. Pero la opinión de los científicos estaba dividida, porqu se habían encontrado herramientas de piedr aparentemente mucho más antiguas. Ambos dilemas, la antigüedad de los primeros europeo y el asunto del ancestro común, se resolvieron en 1994, cuando los investigadores de Atapuer ca descubrieron el *Homo antecessor*.

LOS PIONEROS

En el yacimiento de Atapuerca llamado Gran Dolina, los científicos españoles encontraron cerca de 100 huesos pertenecientes a 6 humanos que vivieron hace por lo menos 800.00 años. Estas criaturas presentaban una combinación única de caracteres, no observada en otra especies del género Homo: aparato dental mu primitivo, rostro igual al de los humanos actuales. Otras características los emparientan con e H. heidelbergensis. El descubrimiento emocionó a los paleontólogos. Todo indicaba que s habían topado con una especie humana desconocida hasta ese momento. Además, por su antigüedad, podía tratarse de los primeros humanos llegados a Europa (por eso los llamaron *antecessor*, que en latín significa "explorador, pionero").

El equipo español postula que H. antecesso fue un descendiente de los antiguos habitante del actual territorio de Kenya. Un millón d años atrás, parte de la población original de H antecessor se dirigió a Europa, donde dio ori gen a los neandertales y al H. heidelbergensis el resto de la población permaneció en Africa dio origen al *Homo sapiens*.

Interrogado por **Futuro**, Eduald Carbonel reconoció que "la reacción de la comunida científica cuando propusimos que el H. ante cessor fue un antecedente común de neander tales y sapiens fue de incredulidad. Sin embar go, ahora las cosas están cambiando. En un nú mero reciente de *Science*, una de las revistas cien tíficas más prestigiosas, se ha publicado esta cues tión en forma destacada".

FÓSILES AL POR MAYOR

La escasez de material fósil es un problem que los paleontólogos enfrentan con resigna ción. La mayoría de las veces, no les queda má remedio que deducir la apariencia entera de u individuo a partir de uno o unos pocos frag mentos óseos. En tales casos, la probabilidad d

ENTREVISTA AL NEUROBIOLOGO ARGENTINO FERNANDO NOTTEBOHM

“No sabemos por qué el cerebro reemplaza neuronas”

POR XABIER PUJOL GEBELLI
El País

Las neuronas, las células especializadas que forman el sistema nervioso, se renuevan de forma constante en el cerebro adulto de mamíferos y otras especies animales, incluido el ser humano. Este hecho biológico, constatado de forma fehaciente en los últimos años, ha significado la caída de uno de los grandes dogmas de la biología según el cual las células nerviosas eran las mismas de por vida. Fernando Nottebohm, nacido en Buenos Aires en 1940, es director del laboratorio de conducta animal de la Universidad Rockefeller de Nueva York, y contribuyó decisivamente a la caída del dogma al demostrar que en el cerebro adulto de canarios se produce un constante reemplazo neuronal coincidiendo con el aprendizaje de nuevos cantos. Fue la primera demostración de reemplazo neuronal en adultos.

–Entonces, la regeneración neuronal existe.

–Así es. Pero permítame que le aclare algunos términos. No es lo mismo reemplazo que regeneración. Hay neuronas que son reemplazadas por otras nuevas, pero si a una neurona se le corta el axón, trata de regenerarlo.

Es decir, la célula está tratando de regenerar parte de lo que era, pero se pensaba hasta hace poco que las neuronas nacían sólo durante el período embrionario y tal vez durante los dos primeros años de vida de un ser humano, a partir de ese momento, si uno las perdía, mala suerte.

–Y se está viendo que ese proceso continúa.

–Así es. De hecho, las primeras observaciones son de Joseph Altman, en los años sesenta. Pero nadie se lo tomó muy en serio, quizás por las técnicas que usaba. Luego aparecí yo con mis pajaritos. Había observado cambios estacionales muy agudos en mis canarios que sugerían que podía ocurrir algo en sus cerebros. Gracias a un marcador radiactivo del ADN celular, vimos que había muchas neuronas que nacían en un período no mucho más largo que una semana, y que ocurría en la edad adulta del animal. Las nuevas células eran plenamente funcionales. Además de tener la forma propia de una neurona, vimos que respondían a estímulos convencionales. Por tanto, que formaban parte de circuitos funcionales a pesar de haber nacido hacía tan sólo 20 días. La demostración ha roto muchos moldes, pero hay que ser muy cautos. Estamos tan sólo al comienzo de algo y no sabemos hasta dónde vamos a llegar ni cuándo.

–¿A qué se refiere?

–No se pueden dar falsas esperanzas a la gente. Se ha pasado casi de repente de un concepto históricamente imposible a otro en el que se sugiere que se va a poder curar todo. Pero por el momento no hay cura para nada. Esto es ciencia básica. Probablemente el día de mañana surjan tratamientos para enfermedades que implican muerte neuronal como Alzheimer o Parkinson.

–Más allá de las aplicaciones hay también nuevos paradigmas. ¿Está de acuerdo?

–Desde el punto de vista conceptual es un cambio de marea. De repente, es posible pensar que el cerebro como órgano no es tan diferente de la piel, del hígado o del intestino, donde hay células que están siendo renovadas continuamente. Incluso desde el punto de vista filosófico, puesto que esa entidad que es el cerebro está pasando por cambios constantes, dinámicos y muy agudos. Ahora puede empezar a pensarse en curar enfermedades o incluso en rejuvenecer el cerebro. No va a ser factible mañana mismo, pero empiezan a abrirse posibilidades.

–¿Tanto van a cambiar las cosas?

–Sin duda. La neurología actual puede hacer muy poco: un diagnóstico, alguna droga que ayuda un poco, pero prácticamente nada que pueda reparar el daño cerebral. Con el tiempo podremos prever cómo minimizar el daño neuronal e incluso cómo repararlo.

–¿La neurología del futuro deberá centrarse en reparar el daño neuronal?

–Entre otras cosas. Uno de los temas más interesantes es por qué el cerebro reemplaza sus células. Eso lo he visto en mis canarios, incluso en ratones; y otros colegas, en monos. Lo que he visto es que las células reemplazadas no están enfermas. Son células sanas que por algún motivo al cerebro le conviene su reemplazo. Mi hipótesis es que el cerebro persigue darnos más capacidad de memoria.

–¿Qué significaría “mayor capacidad de memoria”?

–Imaginemos el cerebro como una biblioteca. Los libros que uno va a meter están limitados por los estantes y, al final, por el tamaño de la biblioteca. Llega un momento en que está toda ocupada, por lo que empiezan a ponerse libros por el pasillo, en el suelo, sobre la mesa. El resultado es que, al final, se vuelve muy difícil encontrar lo que uno ha puesto. En el cerebro pasa lo mismo. hay un problema constante de dónde poner los datos y cómo encontrarlos, recuperarlos y usarlos. A medida que uno va viviendo, acumula más datos y va quedando cada vez menos espacio. Cuando se llena en exceso, quizás sea una buena estrategia eliminar células viejas y meter otras nuevas de manera que se pueda renovar la memoria. Es una hipótesis muy arriesgada; todavía no hay evidencias. pero en mis canarios he visto un reemplazo neuronal de forma estacional o en situaciones de mucha carga de trabajo.

–¿Se podría explicar con ello el porqué de la pérdida de memoria?

–Se sabe todavía muy poco de eso. Se sabe que, a medida que uno se hace mayor, es más difícil aprender cosas nuevas y que de chico se aprende más fácil. En los pájaros hemos visto que el reemplazo neuronal empieza a decaer con la edad. Tal vez los cerebros serían viejos mucho antes si no fuera por este reemplazo. y pienso que en humanos pasa lo mismo.

–¿Se observa lo mismo en enfermedades neurodegenerativas?

–En Parkinson la muerte está ocurriendo en una parte del cerebro, en la sustancia negra. En ningún animal hemos visto reemplazo en esa zona. Sólo lo hemos visto en el teleencéfalo; en concreto, en las paredes de los ventrículos. Podría imaginarse que en el futuro podría ser posible inducir al cerebro a generar neuronas nuevas en todas partes, incluso en aquellas donde normalmente no ocurre. Habrá dos maneras de hacerlo. Una es con las técnicas de biología molecular, encontrando alguna fórmula para activar los genes necesarios que lleven a la producción de nuevas neuronas, que éstas se distribuyan adecuadamente y formen nuevas conexiones. Otra es trasplantando células como las fetales o de cuerpo carotídeo.

–Queda mucho por hacer...

–Prácticamente todo.

Los fósiles de Atapuerca

POR RAÚL A. ALZOGARAY

Recientemente declarada Patrimonio de la Humanidad por la Unesco, la Sierra de Atapuerca (España) ha preservado en sus entrañas la historia evolutiva de la humanidad a lo largo del último millón de años. Al cumplirse 25 años de los primeros descubrimientos, los yacimientos de Atapuerca están definitivamente establecidos como la mayor y mejor conservada colección de fósiles humanos encontrada hasta la fecha.

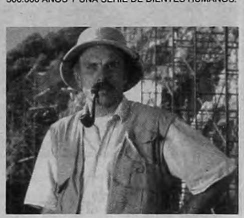
Desde 1991, un grupo multidisciplinario de científicos españoles analiza los fósiles milímetro a milímetro, intentando averiguar cómo eran aquellos humanos, su aspecto físico, qué y cómo comían, cuáles eran sus enfermedades y sus costumbres. Los resultados sugieren que eran bastante diferentes del concepto tradicional de “hombre primitivo”.

Los fósiles de Atapuerca han demostrado que los humanos arribaron a Europa, provenientes de Africa, mucho antes de lo que se pensaba, y que esos antiguos europeos pertenecían al mismo grupo del cual descendieron los neandertales y la humanidad actual.



ARRIBA: PRIMER FOSIL HUMANO IDENTIFICADO EN LA SIMA DE LOS HUESOS.
DERECHA: EL CRANEO MAS COMPLETO Y MEJOR CONSERVADO DEL REGISTRO FOSIL MUNDIAL.
ABAJO: EL ARQUEOLOGO ESPAÑOL EDUDALD CARBONELL.

EN TAPA: UN GRUPO DE ARQUEOLOGOS TRABAJANDO EN LA SIERRA DE ATAPUERCA; UN MAXILAR HUMANO; RECONSTRUCCION DEL ROSTRO DE UN SER HUMANO DE MAS DE 300.000 AÑOS Y UNA SERIE DE DIENTES HUMANOS.



SEGÚN PASAN LOS AÑOS

Atapuerca es una sierra ubicada 15 kilómetros al este de la ciudad de Burgos, en la provincia española del mismo nombre. Tiene una altura de 1000 metros y está hecha de sales de calcio que, hace decenas de millones de años, se depositaron en el fondo de un mar hoy inexistente.

Después que el mar se retiró, las mismas fuerzas geológicas que levantaron los Pirineos plegaron la roca sedimentaria hasta formar la sierra. Más tarde, un río disolvió parte de la roca, esculpiendo cuevas en las laderas. Un millón de años atrás, distintos animales merodeaban las cuevas y murieron en ellas o dejaron allí los restos de sus comidas carnívoras.

El barro arcilloso arrastrado por las aguas cubrió una y otra vez todos esos restos, facilitando el proceso de fosilización que los preservó hasta nuestros días. Tanto barro se metió en las cuevas, que las rellenó por completo.

HUESOS EN LA ARCILLA

Pinturas rupestres, monumentos de piedra y restos de santuarios dan cuenta de la presencia humana en Atapuerca a lo largo de la prehistoria. En la Edad Media, medio millón de peregrinos transitaba cada año las cercanías de la sierra. Se dirigían a Compostela, a rendir tributo a las exequias del Apóstol Santiago. Un día, la tranquilidad del lugar se hizo añicos cuando los ejércitos de Navarra y Castilla batallaron en el lugar.

A fines del siglo XIX, la zona fue objeto de estudio de los ingenieros ferroviarios que la empresa inglesa *The Sierra Company Limited* contrató para construir un ferrocarril minero.

Al poco tiempo, los obreros del ferrocarril descubrieron arcilla roja en medio de la roca de la sierra. Eran los sedimentos que cientos de miles de años antes habían rellenado las cuevas. En 1976, se descubrieron los primeros huesos humanos de Atapuerca. Desde entonces, los científicos han extraído de la sierra la que hasta la fecha es la mayor colección de fósiles humanos del Pleistoceno Medio (época geológica que abarca los años 780.000 a 127.000 antes de ahora).

Desde 1991, los trabajos de Atapuerca han sido codirigidos por Juan Arsuaga (Universidad Complutense de Madrid), José Bermúdez de Castro (Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid) y Eduald Carbonell (Universitat Rovira i Virgili de Tarragona).

ANTES DE ATAPUERCA

Hasta hace poco, los más antiguos restos humanos encontrados en Europa tenían una edad de 500.000 años. De aquel entonces eran una mandíbula, un cráneo y una tibia encontrados en Alemania, Francia e Inglaterra, respectivamente. Esos restos pertenecían al *Homo heidelbergensis*, considerado el primer grupo humano llegado a Europa y el ancestro común de los neandertales y los humanos modernos. Pero la opinión de los científicos estaba dividida, porque se habían encontrado herramientas de piedra aparentemente mucho más antiguas. Ambos dilemas, la antigüedad de los primeros europeos y el asunto del ancestro común, se resolvieron en 1994, cuando los investigadores de Atapuerca descubrieron el *Homo antecessor*.

LOS PIONEROS

En el yacimiento de Atapuerca llamado Gran Dolina, los científicos españoles encontraron cerca de 100 huesos pertenecientes a 6 humanos que vivieron hace por lo menos 800.000 años. Estas criaturas presentaban una combinación única de caracteres, no observada en otras especies del género Homo: aparato dental muy primitivo, rostro igual al de los humanos actuales. Otras características los emparientan con el H. heidelbergensis. El descubrimiento emocionó a los paleontólogos. Todo indicaba que se habían topado con una especie humana desconocida hasta ese momento. Además, por su antigüedad, podía tratarse de los primeros humanos llegados a Europa (por eso los llamaron *antecessor*, que en latín significa “explorador, pionero”).

El equipo español postula que H. antecessor fue un descendiente de los antiguos habitantes del actual territorio de Kenya. Un millón de años atrás, parte de la población original de H. antecessor se dirigió a Europa, donde dio origen a los neandertales y al H. heidelbergensis, el resto de la población permaneció en Africa y dio origen al *Homo sapiens*.

Interrogado por **Futuro**, Eduald Carbonell reconoció que “la reacción de la comunidad científica cuando propusimos que el H. antecessor fue un antecedente común de neandertales y sapiens fue de incredulidad. Sin embargo, ahora las cosas están cambiando. En un número reciente de *Science*, una de las revistas científicas más prestigiosas, se ha publicado esta cuestión en forma destacada”.

FÓSILES AL POR MAYOR

La escasez de material fósil es un problema que los paleontólogos enfrentan con resignación. La mayoría de las veces, no les queda más remedio que deducir la apariencia entera de un individuo a partir de uno o unos pocos fragmentos óseos. En tales casos, la probabilidad de llegar a conclusiones erróneas es grande. “Si un futuro paleontólogo encontrara los huesos de un jugador profesional de básquet, los humanos del siglo XX serían considerados una especie de gigantes –escribió Robert Locke, Editor de *Discovering Archaeology*–. Si el esqueleto fuera de un jockey, apareceríamos como unos pequeños bípedos.”

El yacimiento de Atapuerca llamado Sima de los Huesos constituye una extraordinaria excepción a esta regla. Allí se encontraron los restos inusualmente preservados y completos de un grupo de H. heidelbergensis que vivieron hace 300.000 años.

La magnitud de este descubrimiento se aprecia mejor si se lo compara con el material encontrado en otros yacimientos. Las vértebras humanas de Atapuerca, por ejemplo, representan 86% del total de vértebras humanas del Pleistoceno Medio encontradas en todo el planeta. Las clavículas, representan 89%; las falanges de la mano, 94%; las falanges de los pies, 90%. Y así con la mayor parte de los 256 huesos del cuerpo humano, incluidos los pequeños componentes del oído: martillo (100%), estribo (100%) y yunque (100%).

INFORMACIÓN ENTRE DIENTES

“La Sima de los Huesos es un conducto vertical de cerca de 14 metros, en el fondo de una cavidad –describió Carbonell–. Es posible que en la época en que se acumularon los cadáveres tuviera una entrada que desconocemos. Ahora, para acceder a la Sima, tenemos que recorrer 400 metros desde la entrada actual. En la Sima hemos descubierto cerca de 3.000 restos que se corresponden a 32 individuos de la especie H. heildebergensis”.

Se pudo establecer que eran al menos 9 varones y otras tantas mujeres, la mayoría de entre 18 y 30 años, ninguno menor de 3, sólo dos mayores de 30. Todos bastante sanos aunque con varios coscorrones. ¿Cómo se averiguó todo esto? En parte, gracias a las dentaduras. Los dientes crecen apretadamente, amoldándose unos a otros, aunque se suelten de la mandíbula, los científicos pueden reubicarlos en sus posiciones originales como las piezas de un modelo para armar. La reconstitución completa de cada dentadura permite determinar con un mínimo margen de error la cantidad de individuos presentes en el lugar.

El grado de desgaste de los dientes es un indicador de la edad: a más desgastados, se supone mayor edad. El tamaño ayuda a establecer el sexo (los de los varones suelen ser más grandes).

SANOS, MUSCULOSOS Y CABEZAS DURAS

Además del sexo y la edad, los dientes contienen información acerca del comportamiento. Cuando comían un pedazo de carne, los habitantes de Atapuerca sostenían un extremo con los dientes y el otro con una mano. Con la mano restante manejaban un cuchillo de piedra que usaban para cortar. Frecuentemente, el cuchillo les golpeaba los dientes, dejando marcas cuya orientación sugiere que ninguno de los integrantes del grupo era zurdo: hace 300.000 años ciertas funciones del cerebro humano ya se encontraban lateralizadas.

Otras marcas dentales se deben al uso de palillos a modo de escarbadientes. Aunque esta hipótesis provocó risas entre quienes asistieron a la reunión científica donde fue presentada, hoy es aceptada.

El aspecto físico de los H. heidelbergensis de Atapuerca no se ajusta a la imagen tradicional del “hombre primitivo” (criaturas dedicadas al carroñeo y la recolección de frutos). A juzgar por las marcas que los músculos dejaron en los huesos, eran gente musculosa, probablemente cazadores agresivos, medían en promedio 1,75 metros los varones y 1,70 las mujeres. Algunos superaban el metro ochenta y los 90 kilos.

También las enfermedades dejaron sus huellas. Uno de los individuos padeció una gran infección que se extendió desde la boca hasta el ojo y que probablemente terminó matándolo. A otro, una infección en el oído le produjo un crecimiento anormal del hueso. Es casi seguro que era sordo.

Todos los cráneos presentan señales de golpes recibidos en distintos momentos de sus vidas (el más maltratado recibió trece impactos). Pero, en general, la salud del grupo era bastante buena. No se encontraron rastros de caries, enfermedades graves ni fracturas en brazos o piernas.

CANIBALISMO Y COSTUMBRES FUNERARIAS

El aspecto físico de estos H. heidelbergensis no es el único descubrimiento inusual en Atapuerca. “Por lo que respecta al H. antecessor encontrado en la Gran Dolina, de una antigüedad aproximada al millón de años, practicaba el canibalismo –señaló Carbonell–. Y el H. heildebergensis encontrado en la Sima de los Huesos, de una antigüedad de 300.000 años, acumulaba de forma intencional a sus muertos. Dos costumbres culturales desconocidas hasta esos momentos”.

Casi todas las evidencias de canibalismo en épocas prehistóricas se basan en las marcas presentes en los huesos fósiles (ver **Futuro**, 10-301).”Efectivamente, hemos exhumado cerca de 100 restos esqueléticos de homínidos en el nivel 6 de Gran Dolina –explicó Carbonell–. El 60% presenta marcas de corte hechas con cuchillos de piedra, así como fracturas producidas por percusión con cantos de piedra. Sin duda, estos homínidos fueron comidos hace 800.000 años. Es la prueba más antigua que se conoce de canibalismo”.

Que se trata de los restos de sucesivos banquetes de animales carnívoros; que era una trampa natural sin escapatoria; que se debió a una catástrofe natural, son algunas de las hipótesis que se han manejado para explicar la acumulación de los 32 esqueletos en Sima de los Huesos.

Aunque otros paleontólogos se han declarado escépticos al respecto, Carbonell y sus colaboradores aseguran que el lugar es un cementerio. “Los restos no registran marcas de descarnación, por lo tanto no han sido comidos. Algunos presentan mordeduras, pero no de forma sistemática, lo que permite descartar que hayan sido aportadas por depredadores. Una catástrofe es difícil, dado que los restos esqueléticos tienen diferentes grados de conservación, lo que indica que han sido acumulados a lo largo del tiempo. Sólo los humanos pueden ser los autores de la acumulación. Se trataría de la prueba más antigua de ritual funerario conocida”.

Y no por poco. Antes de Atapuerca, las evidencias más antiguas de prácticas de enterramiento se remontaban a 40.000-60.000 años.

EL HABLA Y EL ADN

Actualmente, los investigadores exploran otros yacimientos de Atapuerca. Los alienta la esperanza de hallar restos de neandertales, con lo cual quedaría cubierto todo el período prehistórico de la región. “Hasta ahora hemos encontrado tres especies de homínidos en los yacimientos de la Sierra de Atapuerca –resumió Carbonell–. H. antecesor, en la Gran Dolina, de 800.000 años de antigüedad; H. heildebergensis, en la Sima de los Huesos, de 300.000 años; y Homo sapiens, en el Mirador, de 4.000 años. Nos falta encontrar Homo neanderthalensis”.

Siempre orientados al enfoque multidisciplinario, los restos de H. heidelbergensis están siendo estudiados con el método de tomografía axial computarizada. Se busca confirmar si, como lo sugiere la estructura anatómica, estos humanos podían hablar. “La tomografía axial computarizada permite la reconstrucción de la morfología de los cráneos y por lo tanto aproximarnos al endocráneo –explicó Carbonell–.A la larga nos hará más fácil el estudio de las áreas que intervienen en el habla, así como la estructura por donde se mueven los vasos sanguíneos, y conocer la extensión del neurocórtex”.

También se intenta la extracción de ADN fósil. Para Carbonell, los resultados preliminares son alentadores. “Efectivamente, ya estamos realizando pruebas sobre huesos de oso y humanos. Por ahora son positivas, pero hace falta trabajarlas más”. Los paleontólogos escriben sus historias sobre el agua. Con frecuencia, el hallazgo de un fósil hace tantas olas que se ven obligados a reescribir, de un modo distinto, buena parte de lo que se creía firmemente establecido. Ahora mismo, otros investigadores estudian fósiles africanos que prometen revelar nuevos detalles acerca de la historia de nuestra especie y sus antepasados (ver **Futuro**, 31-3-01). Mientras, más fósiles siguen sepultados en distintas partes del planeta. Y estarán allí hasta que los buscadores de huesos los encuentren y determinen qué lugar les corresponde en el árbol genealógico de la humanidad.

NOVEDADES EN CIENCIA

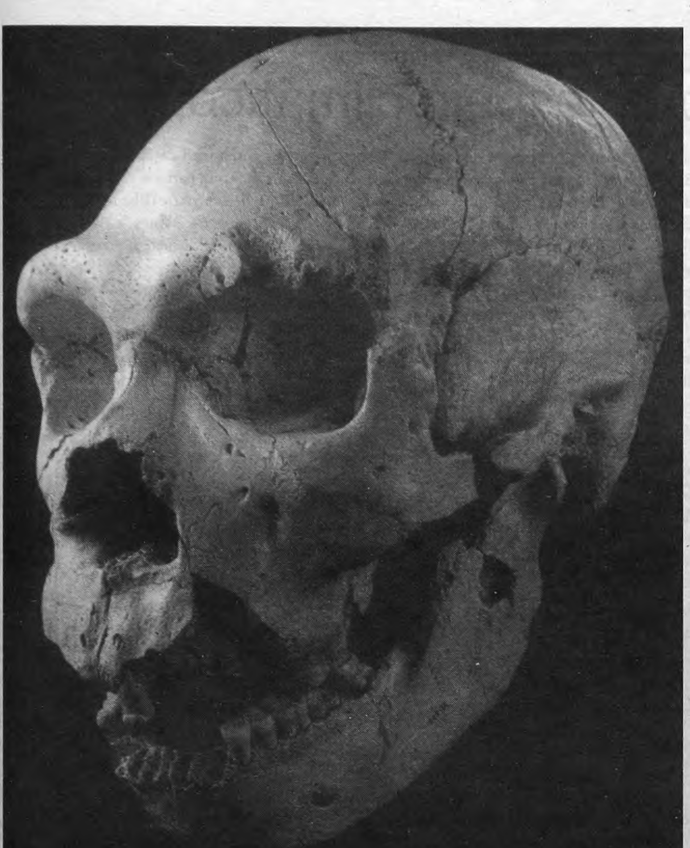
PINTURA TERMICA

NewScientist Es una muy buena idea: una pintura que refleja la luz solar cuando hace calor y que la absorbe cuando hace frío. De esa manera, una casa podría tener una temperatura muy agradable, en verano o en invierno. El investigador chino Yiping Ma, después de múltiples experimentos con distintas sustancias termocrómicas, descubrió una -la "lactona de cristal violeta"– que cambia sus propiedades cuando la temperatura sube o baja de los 20 grados centígrados. A partir de ella, inventaron una pintura que “reacciona” ante los cambios térmicos que se producen en nuestra vida cotidiana: cuando la temperatura cae por debajo de los 20 grados, absorbe la luz y el calor solar; y cuando es superior a esa marca, automáticamente comienza a reflejarlos. Según Yiping Ma, el ingenioso producto sería ideal para revestir casas y edificios, porque podría incrementar la temperatura interior en unos cuatro grados en invierno y disminuirla en unos ocho grados en verano. "Mi objetivo final es usar esta clase de pintura para crear ambientes confortables en casas y edificios, sin tener que recurrir al uso de combustibles fósiles", dice Ma. Las primeras pruebas han sido muy prometedoras y, actualmente, Ma está trabajando para mejorar la durabilidad y la resistencia de su invento que, literalmente, es una pinturita.

CHIMPANCES: EMOCIONES EN VIDEO



nature Los chimpancés son nuestros parientes más cercanos y, como tales, se nos parecen en muchas cosas. Al igual que nos ocurre a nosotros cuando miramos televisión o vamos al cine, parece que ellos también reaccionan emotivamente ante las imágenes que ven en una pantalla. Recientemente, la doctora Lisa Parr, del Centro Yerkes de Investigación Regional de Primates, en Atlanta, Estados Unidos, reunió a tres chimpancés en un laboratorio y los sometió a una curiosa prueba. Por empezar, los entrenó para manejar un *joystick*, para que así pudieran elegir distintas imágenes en un monitor de una computadora. Esas imágenes eran las caras de otros chimpancés que mostraban distintas expresiones muy típicas de estos primates: tranquilidad (una cara relajada y con la boca abierta), miedo (mostrando los dientes) y alarma (gritos y chillidos). Luego, Parr les fue mostrando a cada uno de los chimpancés pequeños videoclips –en otro monitor– con distintas situaciones: algunos chimpancés asustados, o imágenes de sus comidas favoritas. La cuestión es que cada vez que se les mostraban videos con imágenes desagradables, los chimpancés elegían en el monitor las caras de sus pares que expresaban miedo o alarma. Cuando veían comidas o situaciones agradables, optaban por las caras que reflejaban calma y alegría. Además, la científica norteamericana les tomó la temperatura de la piel durante toda la prueba. Así comprobó que cada vez que los chimpancés veían escenas que les provocaban miedo o tristeza, sus temperaturas bajaban, lo mismo que les ocurre ante situaciones no gratas.



llegar a conclusiones erróneas es grande. "Si un futuro paleontólogo encontrara los huesos de un jugador profesional de básquet, los humanos del siglo XX serían considerados una especie de gigantes –escribió Robert Locke, Editor de *Discovering Archaeology*–. Si el esqueleto fuera de un jockey, apareceríamos como unos pequeños bípedos."

El yacimiento de Atapuerca llamado Sima de los Huesos constituye una extraordinaria excepción a esta regla. Allí se encontraron los restos inusualmente preservados y completos de un grupo de H. heidelbergensis que vivieron hace 300.000 años.

La magnitud de este descubrimiento se aprecia mejor si se lo compara con el material encontrado en otros yacimientos. Las vértebras humanas de Atapuerca, por ejemplo, representan 86% del total de vértebras humanas del Pleistoceno Medio encontradas en todo el planeta. Las clavículas, representan 89%; las falanges de la mano, 94%; las falanges de los pies, 90%. Y así con la mayor parte de los 256 huesos del cuerpo humano, incluidos los pequeños componentes del oído: martillo (100%), estribo (100%) y yunque (100%).

INFORMACIÓN ENTRE DIENTES

"La Sima de los Huesos es un conducto vertical de cerca de 14 metros, en el fondo de una cavidad –describió Carbonell–. Es posible que en la época en que se acumularon los cadáveres tuviera una entrada que desconocemos. Ahora, para acceder a la Sima, tenemos que recorrer 400 metros desde la entrada actual. En la Sima hemos descubierto cerca de 3.000 restos que se corresponden a 32 individuos de la especie H. heildebergensis".

Se pudo establecer que eran al menos 9 varones y otras tantas mujeres, la mayoría de entre 18 y 30 años, ninguno menor de 3, sólo dos mayores de 30. Todos bastante sanos aunque con varios coscorrones. ¿Cómo se averiguó todo esto? En parte, gracias a las dentaduras. Los dientes crecen apretadamente, amoldándose unos a otros, aunque se suelten de la mandíbula, los científicos pueden reubicarlos en sus posiciones originales como las piezas de un modelo para armar. La reconstitución completa de cada dentadura permite determinar con un mínimo margen de error la cantidad de individuos presentes en el lugar.

El grado de desgaste de los dientes es un indicador de la edad: a más desgastados, se supone mayor edad. El tamaño ayuda a establecer el sexo (los de los varones suelen ser más grandes).

SANOS, MUSCULOSOS Y CABEZAS DURAS

Además del sexo y la edad, los dientes contienen información acerca del comportamiento. Cuando comían un pedazo de carne, los habitantes de Atapuerca sostenían un extremo con los dientes y el otro con una mano. Con la mano restante manejaban un cuchillo de piedra que usaban para cortar. Frecuentemente, el cuchillo les golpeaba los dientes, dejando marcas cuya orientación sugiere que ninguno de los integrantes del grupo era zurdo: hace 300.000 años ciertas funciones del cerebro humano ya se encontraban lateralizadas.

Otras marcas dentales se deben al uso de palillos a modo de escarbadientes. Aunque esta hipótesis provocó risas entre quienes asistieron a la reunión científica donde fue presentada, hoy es aceptada.

El aspecto físico de los H. heidelbergensis de Atapuerca no se ajusta a la imagen tradicional del "hombre primitivo" (criaturas dedicadas al carroñeo y la recolección de frutos). A juzgar por las marcas que los músculos dejaron en los huesos, eran gente musculosa, probablemente cazadores agresivos, medían en promedio 1,75 metros los varones y 1,70 las mujeres. Algunos superaban el metro ochenta y los 90 kilos.

También las enfermedades dejaron sus huellas. Uno de los individuos padeció una gran infección que se extendió desde la boca hasta el ojo y que probablemente terminó matándolo. A otro, una infección en el oído le produjo un crecimiento anormal del hueso. Es casi seguro que era sordo.

Todos los cráneos presentan señales de golpes recibidos en distintos momentos de sus vidas (el más maltratado recibió trece impactos). Pero, en general, la salud del grupo era bastante buena. No se encontraron rastros de caries, enfermedades graves ni fracturas en brazos o piernas.

CANIBALISMO Y COSTUMBRES FUNERARIAS

El aspecto físico de estos H. heidelbergensis no es el único descubrimiento inusual en Atapuerca. "Por lo que respecta al H. antecessor encontrado en la Gran Dolina, de una antigüedad aproximada al millón de años, practicaba el canibalismo –señaló Carbonell–. Y el H. heildebergensis encontrado en la Sima de los Huesos, de una antigüedad de 300.000 años, acumulaba de forma intencional a sus muertos. Dos costumbres culturales desconocidas hasta esos momentos".

Casi todas las evidencias de canibalismo en épocas prehistóricas se basan en las marcas presentes en los huesos fósiles (ver **Futuro**, 10-301)."Efectivamente, hemos exhumado cerca de 100 restos esqueléticos de homínidos en el nivel 6 de Gran Dolina –explicó Carbonell–. El 60% presenta marcas de corte hechas con cuchillos de piedra, así como fracturas producidas por percusión con cantos de piedra. Sin duda, estos homínidos fueron comidos hace 800.000 años. Es la prueba más antigua que se conoce de canibalismo".

Que se trata de los restos de sucesivos banquetes de animales carnívoros; que era una trampa natural sin escapatoria; que se debió a una catástrofe natural, son algunas de las hipótesis que se han manejado para explicar la acumulación de los 32 esqueletos en Sima de los Huesos.

Aunque otros paleontólogos se han declarado escépticos al respecto, Carbonell y sus colaboradores aseguran que el lugar es un cementerio. "Los restos no registran marcas de descarnación, por lo tanto no han sido comidos. Algunos presentan mordeduras, pero no de forma sistemática, lo que permite descartar que hayan sido aportadas por depredadores. Una catástrofe es difícil, dado que los restos esqueléticos tienen diferentes grados de conservación, lo que indica que han sido acumulados a lo largo del tiempo. Sólo los humanos pueden ser los autores de la acumulación. Se trataría de la prueba más antigua de ritual funerario conocida".

Y no por poco. Antes de Atapuerca, las evidencias más antiguas de prácticas de enterramiento se remontaban a 40.000-60.000 años.

EL HABLA Y EL ADN

Actualmente, los investigadores exploran otros yacimientos de Atapuerca. Los alienta la esperanza de hallar restos de neandertales, con lo cual quedaría cubierto todo el período prehistórico de la región. "Hasta ahora hemos encontrado tres especies de homínidos en los yacimientos de la Sierra de Atapuerca –resumió Carbonell–. H. antecesor, en la Gran Dolina, de 800.000 años de antigüedad; H. heildebergensis, en la Sima de los Huesos, de 300.000 años; y Homo sapiens, en el Mirador, de 4.000 años. Nos falta encontrar Homo neanderthalensis".

Siempre orientados al enfoque multidisciplinario, los restos de H. heidelbergensis están siendo estudiados con el método de tomografía axial computarizada. Se busca confirmar si, como lo sugiere la estructura anatómica, estos humanos podían hablar. "La tomografía axial computarizada permite la reconstrucción de la morfología de los cráneos y por lo tanto aproximarnos al endocráneo –explicó Carbonell–.A la larga nos hará más fácil el estudio de las áreas que intervienen en el habla, así como la estructura por donde se mueven los vasos sanguíneos, y conocer la extensión del neurocórtex".

También se intenta la extracción de ADN fósil. Para Carbonell, los resultados preliminares son alentadores. "Efectivamente, ya estamos realizando pruebas sobre huesos de oso y humanos. Por ahora son positivas, pero hace falta trabajarlas más". Los paleontólogos escriben sus historias sobre el agua. Con frecuencia, el hallazgo de un fósil hace tantas olas que se ven obligados a reescribir, de un modo distinto, buena parte de lo que se creía firmemente establecido. Ahora mismo, otros investigadores estudian fósiles africanos que prometen revelar nuevos detalles acerca de la historia de nuestra especie y sus antepasados (ver **Futuro**, 31-3-01). Mientras, más fósiles siguen sepultados en distintas partes del planeta. Y estarán allí hasta que los buscadores de huesos los encuentren y determinen qué lugar les corresponde en el árbol genealógico de la humanidad.

NOVEDADES EN CIENCIA

PINTURA TERMICA

NewScientist Es una muy buena idea: una pintura que refleja la luz solar cuando hace calor y que la absorbe cuando hace frío. De esa manera, una casa podría tener una temperatura muy agradable, en verano o en invierno. El investigador chino Yiping Ma, después de múltiples experimentos con distintas sustancias termocrómicas, descubrió una -la "lactona de cristal violeta"– que cambia sus propiedades cuando la temperatura sube o baja de los 20 grados centígrados. A partir de ella, inventaron una pintura que "reacciona" ante los cambios térmicos que se producen en nuestra vida cotidiana: cuando la temperatura cae por debajo de los 20 grados, absorbe la luz y el calor solar; y cuando es superior a esa marca, automáticamente comienza a reflejarlos. Según Yiping Ma, el ingenioso producto sería ideal para revestir casas y edificios, porque podría incrementar la temperatura interior en unos cuatro grados en invierno y disminuirla en unos ocho grados en verano. "Mi objetivo final es usar esta clase de pintura para crear ambientes confortables en casas y edificios, sin tener que recurrir al uso de combustibles fósiles", dice Ma. Las primeras pruebas han sido muy prometedoras y, actualmente, Ma está trabajando para mejorar la durabilidad y la resistencia de su invento que, literalmente, es una pinturita.

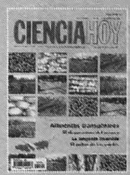
CHIMPANCES: EMOCIONES EN VIDEO



nature Los chimpancés son nuestros parientes más cercanos y, como tales, se nos parecen en muchas cosas. Al igual que nos ocurre a nosotros cuando miramos televisión o vamos al cine, parece que ellos también reaccionan emotivamente ante las imágenes que ven en una pantalla. Recientemente, la doctora Lisa Parr, del Centro Yerkes de Investigación Regional de Primates, en Atlanta, Estados Unidos, reunió a tres chimpancés en un laboratorio y los sometió a una curiosa prueba. Por empezar, los entrenó para manejar un *joystick*, para que así pudieran elegir distintas imágenes en un monitor de una computadora. Esas imágenes eran las caras de otros chimpancés que mostraban distintas expresiones muy típicas de estos primates: tranquilidad (una cara relajada y con la boca abierta), miedo (mostrando los dientes) y alarma (gritos y chillidos). Luego, Parr les fue mostrando a cada uno de los chimpancés pequeños videoclips –en otro monitor– con distintas situaciones: algunos chimpancés asustados, o imágenes de sus comidas favoritas. La cuestión es que cada vez que se les mostraban videos con imágenes desagradables, los chimpancés elegían en el monitor las caras de sus pares que expresaban miedo o alarma. Cuando veían comidas o situaciones agradables, optaban por las caras que reflejaban calma y alegría. Además, la científica norteamericana les tomó la temperatura de la piel durante toda la prueba. Así comprobó que cada vez que los chimpancés veían escenas que les provocaban miedo o tristeza, sus temperaturas bajaban, lo mismo que les ocurre ante situaciones no gratas.

LIBROS Y PUBLICACIONES

REVISTA CIENCIA HOY
Nº 62 –Abril/Mayo 2001–
66 páginas



Los alimentos transgénicos, sin duda, son el tema de una de las mayores polémicas que rodean a la ciencia actual y la revista *Ciencia Hoy*, en su número de abril/mayo, se encarga de poner en su justa medida los términos de la cuestión, muchas veces excedida por la actitud no siempre racional de los grupos ecologistas. "La revolución genética y la agricultura" es el título de la nota de Alejandro Mentaberry, del Ingebi–Conicet, y "El pan nuestro de cada día" realiza un recorrido por los usos históricos y actuales del trigo. Pero, como no podía ser de otra manera, *Ciencia Hoy* no se agota en los transgénicos, hay más. "La langosta invertida", por ejemplo, no es el título de ningún estudio costumbrista sino que se trata de un artículo de Eduardo Spivak, de la Universidad Nacional de Mar del Plata, sobre la cuestión de la organización dorsoventral de artrópodos y vertebrados. También resulta recomendable la edición por un ensayo sobre el hallazgo de fósiles humanos en la provincia de Buenos Aires, que se conoció como el hombre de Miramar, y que probablemente haya sido un fraude. ***M.D.A.***

MUSEO ETNOGRAFICO

Se inauguró el miércoles pasado la muestra *De la Puna al Chaco*, en el Museo Etnográfico Juan Ambrosetti, en el marco de los festejos por los 180 años de la UBA. Se pueden observar los procesos sociales precolombinos y piezas producto del trabajo de casi 100 años de la Institución. Moreno 350, de 14,30 a 18,30.

AGENDA CIENTIFICA

VIERNES DE CIENCIA EN EL PLANETARIO
La charla con científicos de todos los viernes en el Planetario de la Ciudad tendrá como expositor este 4 de mayo a las 18.30 al licenciado Gastón Giribet –miembro del Instituto de Astronomía y Física del Espacio e investigador del Conicet– que hablará sobre "Los agujeros negros". Figueroa Alcorta y Sarmiento, entrada libre y gratuita.

SEMANA DE LA QUIMICA
Del 14 al 18 de mayo en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA se realizarán distintos tipos de actividades que tendrán a la química como eje temático y que estarán enmarcadas dentro de la "Semana argentina de la Química" organizada por el Foro de Decanos de Facultades que otorgan el título de licenciado en Química (Fodequí). Informes: 4576-3332, academ@de.fcen.uba.ar

PSICOANALISIS
El Centro de Investigación y docencia de La Plata invita a su Seminario Clínico titulado "Acerca de cómo iniciamos un análisis. Rectificación subjetiva. Histerización del discurso". Se realiza en la Biblioteca de la Provincia, calle 47 entre 5 y 6, desde el 4 de mayo.
Informes: 0221421-4533, mproven@sinectis.com.ar

MENSAJES A FUTURO
futuro@pagina12.com.ar

ASTRONOMIA

La Luna como espejo climático

POR MARIANO RIBAS

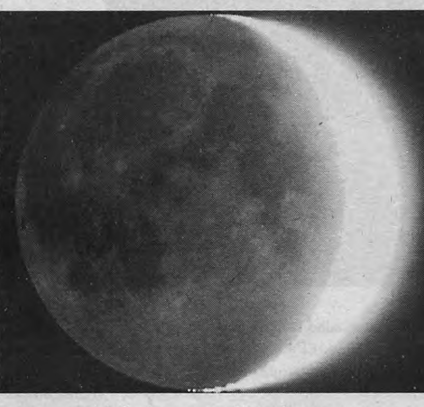
La astronomía y la meteorología tienen algo en común: ambas disfrutan del saludable hábito de "mirar para arriba". Es cierto: los meteorólogos se ocupan de lo que ocurre de la atmósfera hacia adentro, mientras que a los astrónomos les interesa todo lo que está de la atmósfera hacia afuera. Sin embargo, habría una excepción, un interesante punto de contacto. En ciertos momentos, la observación de la Luna sería una herramienta muy útil para comprender el comportamiento del clima terrestre. La idea no es nueva, pero últimamente ha sido rescatada del olvido.

LEONARDO Y "LA LUZ CENICIENTA"

Unos días antes y después de la Luna Nueva, nuestro satélite presenta un aspecto un tanto extraño: esa Luna finita, y con forma de uña, se completa con una tenue luz grisácea que apenas sugiere al resto de su globo (ver foto). Ese resplandor fantasmal se llama "luz cenicienta", y es una de las vistas más cautivantes de la astronomía. No hay más que ver la enorme cantidad de fotos que le han dedicado astrónomos aficionados y fotógrafos profesionales de todas partes del mundo. Durante mucho tiempo, la luz cenicienta fue todo un misterio: ¿de dónde viene?... al fin de cuentas, en los días cercanos a la Luna Nueva, el Sol está iluminando mayormente el otro lado de nuestro satélite, el lado que no vemos. La cara que mira hacia nosotros le está dando la espalda. Entonces, debería estar completamente a oscuras. Sin embargo, no es así. Uno de los primeros que resolvió el misterio fue el gran Leonardo Da Vinci: esa luz misteriosa proviene de la Tierra. No porque nuestro planeta emita luz, sino simplemente porque actúa como un espejo que refleja la luz que recibe del Sol. Como bien dedujo Leonardo, parte de ese reflejo incide sobre las regiones lunares donde es de noche, iluminándolas delicadamente (todos conocemos el caso inverso: la Luna Llena también ilumina débilmente las noches terrestres). Por último, decía Leonardo, la Luna también funciona como una suerte de espejo, porque refleja parte de la luz que ha recibido desde la Tierra. Ahora bien: desde siempre, los astrónomos han notado que la luz cenicienta no siempre es igual. A veces es más pálida y a veces más intensa. Eso tiene mucho que ver con la variación del albedo terrestre, es decir, el índice de reflexión de la luz solar que tiene nuestro planeta: cuanta más luz refleja la Tierra, más brillante será la luz cenicienta de la Luna. Por lo tanto, la observación de la luz cenicienta es un muy buen indicador de la cantidad de luz que nuestro planeta refleja hacia el espacio. Es exactamente aquí donde aparece la conexión meteorológica.

EL ALBEDO Y EL CLIMA

A fines de los años 20, y durante más de dos décadas, el astrónomo francés Andre-Louis Danjon realizó las primeras observaciones sistemáticas de la luz cenicienta. A partir de ellas, intentó monitorear las variaciones del albedo terrestre. Sin embargo, sus esfuerzos no dieron mayores resultados y su estrategia quedó en el olvido. Pero a principios de la década del 90, el astrónomo norteamericano Steve Koonin, del Instituto de Tecnología de California, rescató la idea de Danjon y le dio otra vuelta de rosca: el estudio de la luz cenicienta permitiría medir el albedo de la Tierra, pero también, indirectamente, delataría las variaciones de las capas nubosas, de los mantos de nieve y de las masas de hielo... ¿por qué? Simplemente porque las nubes, la nieve y el hielo son excelentes reflectores de la luz solar. Así, por ejemplo, a mayor cantidad de nubes, mayor albedo. En consecuencia, mayor intensidad de la luz cenicienta de la Luna. Por otra parte, si el albedo es más alto, lasuperficie terrestre debe recibir menos luz y calor, y viceversa. A fines de 1998, y sobre esta base astronómica-meteorológica, Koonin y su equipo unieron fuerzas con Phillip Goode y sus colegas del Observatorio Solar Big Bear, ubicado en las afueras de Los Angeles, y juntos iniciaron un minucioso trabajo de observación. Los resultados serán publicados dentro de unos días en la prestigiosa *Geophysical Research Letters*.



RESULTADOS

Durante los últimos dos años, y con la ayuda de un telescopio del Observatorio Solar Big Bear, Koonin, Goode y sus colegas realizaron 200 mediciones de la intensidad de la luz cenicienta de la Luna. Y combinaron esa información con otras mediciones realizadas entre 1994 y 1995. Así, llegaron a la conclusión de que el albedo promedio de la Tierra es de 0,297. Es decir, que refleja hacia el espacio casi el 30% de la luz solar que recibe (en comparación, Venus tiene un albedo de 0,65, y la Luna, de sólo 0,12). Pero también descubrieron que ese índice de reflexión tiene fluctuaciones de hasta un 20% a lo largo del año. Y que en 1995, el albedo terrestre fue ligeramente superior al actual (un 2,5% mayor). Según estos científicos, eso significaría que, hace cinco o seis años, el planeta estaba más nublado que ahora (la cantidad de nubes está directamente relacionada con el albedo terrestre, porque son muy reflectoras). Al mismo tiempo, si el albedo realmente ha disminuido en los últimos años, quiere decir que nuestro planeta ha absorbido un poco más de calor y luz solar: "aunque la caída del índice de reflexión de la Tierra sea de apenas el 1%, eso ya tendría consecuencias en el fenómeno del calentamiento global", dice Goode. Las observaciones de la luz cenicienta continuarán, y los expertos coinciden en que todavía no se pueden sacar conclusiones firmes. De todos modos, todo este asunto no deja de ser sumamente curioso: "esa fantasmal luz en la Luna nos dice qué es lo que está ocurriendo con el clima de la Tierra... es realmente sorprendente", dice Koonin. Y no le falta razón.

FINAL DE JUEGO / CORREO DE LECTORES

donde se habla del número más grande que se puede nombrar en castellano

POR LEONARDO MOLEDO

–Antes que nada, debemos pagar una deuda –dijo el Comisario Inspector Díaz Cornejo–. Hace dos o tres sábados, recibimos una carta de Daniel Arroyo, que nos preguntaba cuál era el número más grande que sabemos contar.

–¿Contar? No hay un número más grande –dijo Kuhn–, a menos que Daniel Arroyo se refiera al número más grande que tenga nombre propio.

–Creo que de eso se trata –dijo el Comisario Inspector– y confieso que yo no sabía la respuesta, cosa rara porque la policía, como todo el mundo sabe, es muy rápida para los números.

–Especialmente cuando a uno le hacen una boleta –sugirió Kuhn.

El Comisario Inspector simuló no escucharlo.

–Tenemos el billón, que en castellano, es un millón de millones, y el trillón, que es un millón de billones. Lo sigue, naturalmente, el cuatrillón, que es un millón de trillones. Ahora bien. El cuatrillón es el nombre de número más alto que figura en el Diccionario de uso del español, de María Moliner. Su consecuente lógico y lingüístico, que sería el "quintillón" (un millón de cuatrillones), ya no figura.

–Efectivamente –dijo Kuhn– lo cual no significa que no se pueda inventar.

–Naturalmente, se puede inventar –dijo el Comisario Inspector– y en esa línea se pueden seguir poniendo nombres: centillón, millillón, etc... como sugería Daniel Arroyo en su carta. Se puede inventar incluso un sistema de numeración apropiada, pero aclarando que estaría compuesto de neologismos.

–Un cuatrillón es bastante grande –dijo Kuhn.

–Sí –dijo el Comisario Inspector–, un cuatrillón es:

1.000.000.000.000.000.000.000.000 ó
10^{24}

–Todo esto, por supuesto, depende del idioma –dijo Kuhn.

–Desde ya –dijo el Comisario Inspector–. La verdad es que no sé cuál es el número más grande en inglés, retorromano, y desde ya, mucho menos en swahili. Así y todo, notemos que, aunque "cuatrillón" sea el numeral más grande en castellano, un cuatrillón **no** es el número más grande que tiene nombre en castellano.

–Una especie de enigma –dijo Kuhn.

–Sí –dijo el Comisario Inspector–. Podríamos plantear el siguiente enigma: aceptando lo del cuatrillón: ¿cuál es el número más grande que se puede nombrar en castellano? Es fácil.

–Sí –dijo Kuhn–. Digamos que no es muy complicado.

–Y mientras tanto, dejamos planteado el enigma de la vez pasada –dijo el Comisario Inspector–. ¿Qué es aquello que el lenguaje no puede nombrar, ni siquiera con enunciados infinitos? Recibimos varias respuestas, pero ninguna de ellas muy efectiva.

–Una cosa más para nuestros amigos del Instituto Don José de San Martín 2do. B polimodal –dijo Kuhn–. Este suplemento cierra los miércoles: envíen sus cartas un poquito antes.

¿Qué piensan nuestros lectores? ¿Qué es lo que no se puede nombrar? ¿Y cuál es el número más grande que se puede nombrar en castellano?